

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
уравнений в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко
03.07.2018

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.07 Системы дифференциальных уравнений гидродинамического типа
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

01.04.01 Математика

2. Профиль подготовки/специализации: Дифференциальные уравнения, Динамические системы и оптимальное управление

3. Квалификация (степень) выпускника: Магистр

4. Форма образования: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей математического факультета

6. Составители программы: Глушко Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, kuchp2@math.vsu.ru
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

7. Рекомендована: Научно-методическим советом математического факультета. Протокол № 0500-07 от 03.07.2018

8. Учебный год: 2018/2019

Семестр(-ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Цель и задачи изучения дисциплины. Целью специального курса является изложение основ математического моделирования сплошной среды, знакомство студентов с теориями деформации, напряжения, основными положениями гидродинамики. Основной целью курса является построение математических моделей движения идеальных, вязких, сжимаемых, вращающихся, стратифицированных жидкостей.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Курс входит в цикл профессиональных дисциплин в профильной (вариативной) части обучения.

Для его успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: математический анализ, комплексный анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, теоретическая механика.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать: основные тенденции развития науки в своей области. Уметь: разбивать общую постановку задачи на отдельные разделы и этапы исследования. Делать обобщающие выводы на основании полученных отдельных результатов исследования. Владеть: научными методами анализа и синтеза проблемы, обладать навыками абстрактного мышления
ОПК-1	способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики	Знать: актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики. Уметь; решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики. Владеть; методами решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	Знать: новые математические модели в естественных науках. Уметь: создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках. Владеть; методами исследования новых математических моделей в естественных науках
ОПК-3	готовность самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов	Знать: прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов. Уметь: создавать прикладные программные средства на основе современных информационных

		технологий и сетевых ресурсов. Владеть: основными методами создания прикладных программных средств на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов.
ОПК-5	готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Знать: основные приемы и методы руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности. Уметь: руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности. Владеть: основными приемами и методами руководства коллективом в сфере своей профессиональной деятельности.
ПК-3	способность публично представить собственные новые научные результаты	Знать: историю постановки, основные методы решения собственной научной задачи. Уметь: публично представить собственные новые научные результаты. Владеть: методами публичного изложения научных результатов, способами ведения научной дискуссии.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5 / 180.

Знание методов моделирования задач гидродинамического типа может существенно помочь при построении и анализе различных математических моделей, возникающих в физике, химии, биологии, медицине, а также в технике. Кроме того, системы дифференциальных уравнений гидродинамического типа изучаются в целом ряде направлений современной математики.

12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5 / 180.

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		3 сем.
Аудиторные занятия	44	44
в том числе: лекции	18	18
Практические	26	26
Лабораторные	-	-
Самостоятельная	136	136

работа		
Контрольная работа	2	2
Итого:	180	180
Форма промежуточной аттестации		экзамен

13.1. Содержание дисциплины:

Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
01	Теория напряжений	Поверхностные и объемные силы. Напряжения. Система обозначений. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на наклонных площадках	2
02	Теория деформаций	Перемещения. Линейные и угловые деформации. Формулы Коши.	2
03	Гидродинамика	Основы гидродинамики. Распределение скоростей в произвольно малой частице сплошной среды. Роль слагаемого $\nabla\Phi$ в представлении $\vec{v}^1 = \vec{v} + \nabla\Phi + \vec{\omega} \times \vec{\rho} + \rho_0 \cdot \alpha(1)$. Формула дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объему. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера. Уравнения движения сплошной среды. Ограничения, налагаемые уравнением количества движения на напряжения. Дальнейшие преобразования уравнений движения сплошной среды. Тензорная поверхность тензора напряжений.	2
		Идеальная жидкость. Идеальная жидкость и газ. Уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громеки-Лемба	2
		Вязкая жидкость. Определение вязкой жидкости. Закон Навье-Стокса. Изотропная среда. Доказательство представлений коэффициентов зависимости B_{ijpq} из закона Навье-Стокса. Закон Навье-Стокса для изотропной вязкой среды. Уравнения движения изотропной жидкости. Вязкая несжимаемая жидкость. Линеаризация уравнений движения вязкой несжимаемой жидкости	6
		Сжимаемые и стратифицированные жидкости. Сжимаемые жидкости. Уравнения движения. Уравнения движения сжимаемой жидкости во вращающейся системе координат. Стратифицированные жидкости. Физический смысл частоты Вейсяля-Брента. Система уравнений,	4

		описывающая внутренние гравитационно-гироскопические волны	
Практические занятия			
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
01	Теория напряжений	1. Закон парности. 2. Напряжения на наклонных площадках	4
02	Теория деформаций	1. Перемещения. 2. Линейные деформации 3. Угловые деформации. 4. Формулы Коши. 5. Объемная деформация.	3
03	Гидродинамика	1. Общее уравнение движения жидкого объема. 2. Напряжение в жидкой среде. 3. Теорема Коши-Гельмгольца. 4. Уравнения Эйлера. 5. Модели жидких идеальных сред. 6. Понятие вязкой жидкости. 7. Закон Навье-Стокса. 8. Модели жидких вязких сред.	8
04	Частные случаи и примеры	1. Основные свойства потенциального движения несжимаемой жидкости в односвязных областях (свойства гармонических функций: принцип максимума, теорема о среднем; простейшие внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа). 2. Плоские задачи о движении тел в идеальной жидкости (примеры постановок внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа). Стационарное течение вязкой однородной жидкости в трубах: а) течение в трубах с круговым и эллиптическим сечениями (краевая задача Дирихле для	11

	<p>уравнения Лапласа в круге); б) течение в трубе с прямоугольным сечением и течение в плоском канале с твердыми стенками (краевая задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике). 3. Распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы (краевая задача Неймана для уравнения Лапласа вне шара). 4. Нестационарное течение вязкой однородной жидкости в трубе с круговым сечением (начально-краевая задача Дирихле для уравнения теплопроводности в круге). 5. Нестационарные слоистые течения: тангенциальный разрыв (задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой).</p>	
--	---	--

Самостоятельные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Количество часов
01	Теория напряжений	1. Закон парности. 2. Напряжения на наклонных площадках	33
02	Теория деформаций	1. Перемещения. 2. Линейные деформации 3. Угловые деформации. 4. Формулы Коши. 5. Объемная деформация.	33
03	Гидродинамика	1. Общее уравнение движения жидкого объема. 2. Напряжение в жидкой среде. 3. Теорема Коши-Гельмгольца. 4. Уравнения Эйлера. 5. Модели жидких идеальных сред. 6. Понятие вязкой жидкости. 7. Закон Навье-Стокса. 8. Модели жидких вязких сред.	35
04	Частные случаи и примеры	1. Основные свойства потенциального движения несжимаемой	35

	<p>жидкости в односвязных областях (свойства гармонических функций: принцип максимума, теорема о среднем; простейшие внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа).</p> <p>2. Плоские задачи о движении тел в идеальной жидкости (примеры постановок внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа). Стационарное течение вязкой однородной жидкости в трубах: а) течение в трубах с круговым и эллиптическим сечениями (краевая задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге); б) течение в трубе с прямоугольным сечением и течение в плоском канале с твердыми стенками (краевая задача Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике).</p> <p>3. Распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы (краевая задача Неймана для уравнения Лапласа вне шара).</p> <p>4. Нестационарное течение вязкой однородной жидкости в трубе с круговым сечением (начально-краевая задача Дирихле для уравнения теплопроводности в круге).</p> <p>5. Нестационарные слоистые течения: тангенциальный разрыв (задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой).</p>	
--	---	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
01	Теория напряжений	2	4	0	33	39
02	Теория деформаций	2	3	0	33	38
03	Гидродинамика	14	8	0	35	57
04	Частные случаи и примеры	-	11	0	35	46
	Итого:	18	26	0	136	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся. На лекциях рассказывается теоретический материал, на лабораторных занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях.

При изучении курса «ПДО» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

3. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Глушко В.П. Курс уравнений математической физики с использованием пакета Mathematica. Теория и технология решения задач : учеб. пособие / В.П. Глушко, А.В. Глушко. – СПб : Лань, 2010. – 320 с. илл. (+CD).
02	Глушко А.В. Математическое моделирование гидродинамических процессов / А.В. Глушко, В.Е. Петрова. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 79 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
02	Глушко А.В. Математические модели в гидродинамике / А.В. Глушко, В.П. Глушко. – Воронеж, 2003. – № 625. – 38 с.
03	Глушко, А.В. Асимптотические методы в задачах гидродинамики / А.В.Глушко .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003 .— 300 с.
04	Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Наука, 1970. - 273с.
05	Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. - М.: Наука, 1976 .-Т. 1. - 535 с.
06	Бреховских Л.М. Введение в механику сплошной среды / Л.М. Бреховских, В.В. Гончаров. – М. : Наука, 1982. – 329 с.
07	Ильюшин А.А. Механика сплошной среды / А.А. Ильюшин. – М. : МГУ,

	1990, – 310 с.
08	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская. – М. : Наука, 1970. – 288 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
07	http://eqworld.ipmnet.ru – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
08	http://www.lib.vsu.ru - электронный каталог ЗНБ ВГУ
09	http://www.kuchp.ru – электронный сайт кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей, на котором размещены методические издания

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
02	Глушко А.В. Математические модели в гидродинамике / А.В. Глушко, В.П. Глушко. – Воронеж, 2003. – № 625. – 38 с.
03	Глушко, А.В. Асимптотические методы в задачах гидродинамики / А.В.Глушко. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2003. — 300 с.
04	Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль. – М. : Наука, 1970. - 273с.
05	Седов Л.И. Механика сплошной среды / Л.И. Седов. - М.: Наука, 1976. -Т. 1. - 535 с.
06	Бреховских Л.М. Введение в механику сплошной среды / Л.М. Бреховских, В.В. Гончаров. – М. : Наука, 1982. – 329 с.
07	Ильюшин А.А. Механика сплошной среды / А.А. Ильюшин. – М. : МГУ, 1990, – 310 с.
08	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская. – М. : Наука, 1970. – 288 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вывести данный раздел в приложение к рабочей программе)

1. Типовое оборудование учебной аудитории
2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ (<http://www.lib.vsu.ru>)

19. Фонд оценочных средств

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание	Планируемые	Этапы формирования	ФОС*
------------------	-------------	--------------------	------

компетенции (или ее части)	результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	(средства оценивания)
ОК-1. Способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Сформировать и развить способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе
ОПК-1. Способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Сформировать и развить способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики.	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе
ОПК-2. Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.	Сформировать и развить способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе
ОПК-3. Готовность самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов.	Сформировать и развить способность самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов.	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе
ОПК-5. Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая	Сформировать и развить способность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе

социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.	воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.		
ПК-3. Способность публично представить собственные новые научные результаты.	Сформировать и развить способность публично представить собственные новые научные результаты	Теория напряжений. Теория деформаций. Гидродинамика. Частные случаи и примеры.	КИМ (экзамен), эссе
Промежуточная аттестация		КИМ (Экзамен)	

19.2. Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся не владеет основами учебно-программного материала, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	-	«Неудовлетворительно»
Обучающийся владеет знаниями основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене	Пороговый	"Удовлетворительно"

<p>и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент знает все определения по контрольно-измерительному материалу и может решить хотя бы один практический пример</p>		
<p>Обучающийся полностью владеет знаниями учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно и в полном объеме ответил на все теоретические вопросы билета, но не допустил погрешности в практических примерах</p>	<p>Достаточный</p>	<p>"Хорошо"</p>
<p>Оценка «отлично» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Оценка «отлично» выставляется, если студент в полном объеме и правильно ответил на все вопросы контрольно-измерительного</p>	<p>Повышенный</p>	<p>"Отлично"</p>

материала (как на теоретическую, так и на практическую части)		
---	--	--

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету): (нужное выбрать)

Вопросы к экзамену:

Формы контрольно-измерительного материала

Комплект контрольной работы № 1

Вариант № 1

1. Вставьте пропущенное в определении слово.

Пусть $x_0 \in Q$ - точка в области $Q \in R^3$ заполненной сплошной средой. ΔS – элементарная площадка с нормалью ν , содержащая x_0 , $\Delta \vec{F}$ – элементарная внутренняя сила, действующая на площадку ΔS с одной из ее сторон. Тогда величина $\vec{P}_\nu = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{F}}{\Delta S}$ называется полным в точке x_0 .

2. Вставьте пропущенное в определении слово.

Назовем жидкостью (или газом) такую среду, в которой напряжение \vec{p}_n на любой площадке с нормалью \vec{n} ортогонально площадке, т.е. $\vec{p}_n \parallel \vec{n}$.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 2

1. Вставьте пропущенное в определении слово.

Пусть $\vec{P}_\nu = (X_\nu; Y_\nu; Z_\nu)$ – называется полное напряжение в точке x_0 сплошной среды. Пусть $\vec{e}_x; \vec{e}_y; \vec{e}_z$ – орты осей координат. Обозначим $Y_{\vec{e}_x} = \tau_{xy}; Z_{\vec{e}_x} = \tau_{zx}; X_{\vec{e}_y} = \tau_{xy}; Z_{\vec{e}_y} = \tau_{zy}; X_{\vec{e}_z} = \tau_{xz}; Y_{\vec{e}_z} = \tau_{yz}$. Равенства $\tau_{xy} = \tau_{yx}; \tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{zy} = \tau_{yz}$ называются «закон парности напряжений».

2. Вставьте пропущенный в формуле оператор.

Формула дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объему

$$\frac{d}{dt} \int_{V(t)} f(x, \varphi, z, t) dV = \int_{V(t)} \left[\frac{\partial f}{\partial t} + \dots \dots \dots (f \vec{v}) \right] dV$$

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 3

1. Вставьте пропущенное в определении слово.

В формулах Коши $\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}$; $\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}$; $\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}$; $\gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}$; $\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$ величины

$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ – есть линейные по направлениям координатных осей Ox, Oy, Oz соответственно.

2. Вставьте пропущенное слово в названии уравнений.

$$\begin{aligned} \frac{\partial v_1}{\partial t} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_2 \frac{\partial \bar{v}_1}{\partial y} + v_3 \frac{\partial v_1}{\partial z} &= F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}; \\ \frac{\partial v_2}{\partial t} + v_1 \frac{\partial v_2}{\partial x} + v_2 \frac{\partial \bar{v}_2}{\partial y} + v_3 \frac{\partial v_2}{\partial z} &= F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}; \\ \frac{\partial v_3}{\partial t} + v_1 \frac{\partial v_3}{\partial x} + v_2 \frac{\partial \bar{v}_3}{\partial y} + v_3 \frac{\partial v_3}{\partial z} &= F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \quad (*)$$

Уравнения (*) называются уравнениями

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 4

1. Вставьте пропущенное в определении слово. В формулах Коши

$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}$; $\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}$; $\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}$; $\gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}$; $\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$ величины $\gamma_{xy}, \gamma_{xz}, \gamma_{yz}$ – есть угловые

..... в плоскостях Oxy, Oxz, Oyz соответственно.

2. Вставьте пропущенное в теореме слово. Теорема Коши-Гельмгольца. Скорость \bar{v}_1

любой точки O_1 достаточно малой частицы среды с центром в точке O , с точностью до бесконечно малых высшего порядка равняется $\bar{v}_1 = \bar{v}_0 + \bar{\omega} \times \bar{\rho} + \nabla \Phi$, т. е. складывается из скоростей поступательного движения \bar{v}_0 , вращательного движения $\bar{\omega} \times \bar{\rho}$ частицы, как абсолютно твердого тела и скорости $\bar{v}^* = \nabla \Phi$ деформации.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 5

1. Вставьте пропущенное в определении слово.

В формулах Коши $\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}$; $\varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}$; $\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}$; $\gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}$; $\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$ величины u ; v ; w –

есть проекции вектора на координатные оси Ox , Oy , Oz соответственно

2. Вставьте пропущенное в формулировке слово.

Для невязкой стратифицированной жидкости величина $\omega_0^2(x_3) = -\frac{g\rho'_0(x_3)}{\rho_0(x_3)}$ называется

..... Вейселя-Брента.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 6

1. Вставьте пропущенное в определении слово. Пусть u ; v ; w – есть проекции вектора перемещения на координатные оси Ox , Oy , Oz соответственно. Матрица

$$P = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x_1} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial v}{\partial x_1} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_1} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial v}{\partial x_1} \right) & \frac{\partial v}{\partial x_2} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_2} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_1} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_2} \right) & \frac{\partial w}{\partial x_3} \end{bmatrix}$$

называется тензором

2. Вставьте пропущенное в высказывании слово.

В уравнении неразрывности в переменных Эйлера $\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \bar{v} = 0$ величина $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V}$,

где ΔV -объем, занятый массой Δm есть среды.

Преподаватель  А.В. Глушко

Комплект контрольной работы № 2

Вариант № 1

1. Вставьте пропущенное в теореме слово. Теорема Коши-Гельмгольца. Скорость \bar{v}_1 любой точки O_1 достаточно малой частицы среды с центром в точке O , с точностью до бесконечно малых высшего порядка равняется $\bar{v}_1 = \bar{v}_0 + \bar{\omega} \times \bar{\rho} + \nabla \Phi$, т. е. складывается из скоростей движения \bar{v}_0 , вращательного движения $\bar{\omega} \times \bar{\rho}$ частицы, как абсолютно твердого тела и скорости $\bar{v}^* = \nabla \Phi$ чистой деформации.

2. Вставьте пропущенное в формулировке слово. Переход от системы уравнений

$$\frac{d\bar{v}}{dt} - \nu \Delta \bar{v} + \nabla p = \bar{F}; \quad \operatorname{div} \bar{v} = 0 \quad (1)$$

к системе уравнений

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} - \nu \Delta \bar{u} + \nabla p = \bar{f}; \quad \operatorname{div} \bar{u} = 0 \quad (2)$$

называется уравнений (1).

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 2

1. Вставьте пропущенное в теореме слово. Теорема Коши-Гельмгольца. Скорость \bar{v}_1 любой точки O_1 достаточно малой частицы среды с центром в точке O , с точностью до бесконечно малых высшего порядка равняется $\bar{v}_1 = \bar{v}_0 + \varpi \times \bar{\rho} + \nabla \Phi$, т. е. складывается из скоростей поступательного движения \bar{v}_0 , движения $\varpi \times \bar{\rho}$ частицы, как абсолютно твердого тела и скорости $\bar{v}^* = \nabla \Phi$ чистой деформации.

2. Вставьте пропущенное в определении слово. называют среду, свойства которой одинаковы по всем направлениям. С математической точки зрения это означает, что при замене исходной декартовой системы координат на иную декартову систему с помощью преобразования вращения T ($\det T = 1$) или зеркального отражения T_1 относительно одной из координатных плоскостей ($\det T_1 = -1$), или любой суперпозиции этих замен координат, коэффициенты B_{ijpq} в законе Навье-Стокса остаются неизменными.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 3

1. Вставьте пропущенное в определении слово. Пусть $x_0 \in Q$ - точка в области $Q \in R^3$ заполненной сплошной средой. ΔS - элементарная площадка с нормалью ν , содержащая x_0 , $\Delta \bar{F}$ - элементарная внутренняя сила, действующая на площадку ΔS с одной из ее сторон. Тогда величина $\bar{P}_\nu = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta \bar{F}}{\Delta S}$ называется полным в точке x_0 .

2. Вставьте пропущенное в высказывании слово. В уравнении неразрывности в переменных Эйлера $\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \bar{v} = 0$ величина $\bar{v} = \bar{v}(x, t)$ - есть частицы среды, находящейся в момент t в точке $x \in Q \subset R^3$.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 4

1. Вставьте пропущенное в определении слово. Пусть $\bar{P}_\nu = (X_\nu; Y_\nu; Z_\nu)$ - называется полное напряжение в точке x_0 сплошной среды. Пусть $\bar{e}_x; \bar{e}_y; \bar{e}_z$ - орты осей координат. Обозначим $Y_{\bar{e}_x} = \tau_{xy}; Z_{\bar{e}_x} = \tau_{zx}; X_{\bar{e}_y} = \tau_{xy}; Z_{\bar{e}_y} = \tau_{zy}; X_{\bar{e}_z} = \tau_{xz}; Y_{\bar{e}_z} = \tau_{yz}$. Равенства $\tau_{xy} = \tau_{yx}; \tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{zy} = \tau_{yz}$ называются «закон парности напряжений».

2. Вставьте пропущенное в определении слово. жидкостью называется среда, в которой компоненты тензора напряжений представляются в виде

$$p^{ij} = -p\delta_{ij} + \tau_{ij}, \quad i, j = \overline{1,3}; \quad \delta_{i,j} = \begin{cases} 1, & i = j; \\ 0, & i \neq j. \end{cases} \quad (*)$$

В (*) через τ_{ij} обозначены функции компонент тензора скоростей деформации e_{pq} и, возможно, температуры T и других физико-химических параметров.

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 5

1. Вставьте пропущенное в определении слово. В формулах Коши

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}; \quad \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}; \quad \gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}; \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

величины $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ — есть

линейные по направлениям координатных осей Ox, Oy, Oz соответственно.

2. Вставьте пропущенное в формулировке слово. В законе Навье-Стокса

$$\tau_{ij} = \sum_{p,q=1}^3 B_{ijpq} \cdot e_{pq}; \quad (B_{ijpq} = B_{jipq} = B_{ijqp} = B_{jiqp}) \quad \tau_{ij} - \text{компоненты тензора напряжений для вязкой}$$

жидкости, а e_{pq} - компоненты тензора скоростей

Преподаватель  А.В. Глушко

Вариант № 6

1. Вставьте пропущенное в определении слово. Пусть $u; v; w$ — есть проекции вектора перемещения на координатные оси Ox, Oy, Oz соответственно. Матрица

$$P = \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x_1} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial v}{\partial x_1} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_1} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_2} + \frac{\partial v}{\partial x_1} \right) & \frac{\partial v}{\partial x_2} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_2} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_1} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x_3} + \frac{\partial w}{\partial x_2} \right) & \frac{\partial w}{\partial x_3} \end{bmatrix}$$

называется тензором

2. Вставьте пропущенное в формулировке слово. В законе Навье-Стокса

$$\tau_{ij} = \sum_{p,q=1}^3 B_{ijpq} \cdot e_{pq}; \quad (B_{ijpq} = B_{jipq} = B_{ijqp} = B_{jiqp}) \quad e_{pq} - \text{компоненты тензора скоростей деформации}$$

для вязкой жидкости, а τ_{ij} - компоненты тензора

Преподаватель  А.В. Глушко

Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

по дисциплине

Б1. В. 07 Системы дифференциальных уравнений гидродинамического типа
(наименование дисциплины)

1 . Основные свойства потенциальных движений идеальной несжимаемой жидкости в односвязных областях. (Свойства гармонических функций (принцип максимума, теорема о среднем). Простейшие внутренние краевые задачи для уравнения Лапласа).

2 . Плоские задачи о движении тел в идеальной жидкости. (Примеры постановок внешних краевых задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа).

3 . Стационарные течения вязкой однородной жидкости в трубах. Течение в трубах с круговым и эллиптическим сечением. (Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона в круге).

4. Стационарные течения вязкой однородной жидкости в трубах. Течение в трубе с прямоугольным сечением и течение в плоском канале с твердыми стенками. (Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике).

5. Распределение скоростей в идеальной несжимаемой жидкости при ускоренном движении сферы. (Краевая задача Неймана для уравнения Лапласа во внешности шара. Единственность решения внешних задач в трехмерном случае).

6. Нестационарное течение вязкой жидкости в трубе с круговым сечением. (Начально-краевая задача для уравнения теплопроводности в круге).

7. Нестационарные слоистые течения.

8. Тангенциальный разрыв. (задача Коши для уравнения теплопроводности на бесконечной прямой).

9. Движение твердой поверхности. (Начально-краевая задача Дирихле для уравнения теплопроводности на полупрямой).

10. Течение под действием касательного напряжения. (начально-краевая задача Неймана для уравнения теплопроводности на полупрямой).

Критерии оценки эссе:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он полностью разобрался в предложенном материале, установил связи между гидродинамическими моделями и изученными на курсе УМФ (УЧП) задачами, при этом качественно скомпоновал и изложил материал эссе.

- Оценка «хорошо» » выставляется студенту, если он полностью разобрался в предложенном материале, установил связи между гидродинамическими моделями и изученными на курсе УМФ (УЧП) задачами, однако имеются некоторые недостатки в изложении материала.

- Оценка «удовлетворительно» » выставляется студенту, если он приемлемо, но не полностью разобрался в предложенном материале, установил связи между гидродинамическими моделями и изученными на курсе УМФ (УЧП) задачами, при этом достаточно внятно изложил материал эссе.

- Оценка «неудовлетворительно» » выставляется студенту, если он не смог разобраться в предложенном материале и (или) изложил материал некачественно.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.3 Тестовые задания

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

К основным формам текущего контроля можно отнести устный опрос, проверку домашних заданий, контрольные работы.

Задание для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены *на оценивание*:

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;

2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.

3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных заданий и домашних работ, проверкой конспектов лекций, периодическим опросом слушателей на занятиях.

Формы, методы и периодичность текущего контроля определяет преподаватель.

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Математика» проводится в форме зачета и экзамена.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра и может завершать изучение как отдельной дисциплины, так и ее разделов. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях – даже формирование определенных профессиональных компетенций.

На зачете оценивается практический уровень освоения дисциплины «Математика» и степень сформированности компетенции.

Критерии оценки по курсу:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно ответил на все тестовые вопросы и справился с написанием эссе по второй части курса на оценку «отлично» или «хорошо»;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно ответил на оба тестовых вопроса из трех и справился с написанием эссе по второй части курса на оценку «удовлетворительно»;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно ответил на два тестовых вопроса и не писал эссе по второй части курса или написал неудовлетворительное эссе;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если его знания не удовлетворяют вышеприведенным требованиям на положительные оценки.